

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة العادية 2014

NS 31

المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الإنجاز	4
الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم الرياضية (أ) و(ب) (الترجمة الفرنسية)	المعامل	7

La calculatrice programmable et l'ordinateur ne sont pas autorisés.

Le sujet est composé d'un exercice de chimie et de trois exercices de physique.

CHIMIE (7 points)		Le thème	barème
CHIMIE	Première partie	étude d'une solution d'ammoniac et d'hydroxylamine	5
	deuxième partie	préparation d'un métal par électrolyse	2
PHYSIQUE (13 points)			
EXERCICE 1		la physique nucléaire dans le domaine médical	**2,25**
EXERCICE 2		étude de la charge et de la décharge d'un condensateur	**5,25**
EXERCICE 3	Première partie	étude du mouvement d'un skieur	**3**
	Deuxième partie	Etude énergétique d'un pendule pesant	**2,5**

Chimie(7points)

Première partie (5points) : étude d'une solution d'ammoniac et d'hydroxylamine

L'ammoniac NH_3est un gaz soluble dans l'eau et donne une solution basique. les solutions commerciales d'ammoniac sont concentrées et sont souvent utilisées dans les produits sanitaires après dilution .

L'objectif de cet exercice est l'étude de quelques propriétés de l'ammoniac et de l'hydroxylamine NH_2OH dissouts dans l'eau et de déterminer la concentration de l'ammoniac dans un produit commercial à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration connue.

Données : toutes les mesures sont effectuées à 25°C.

La masse volumique de l'eau : $\rho = 1,0 g.cm^{-3}$

La masse molaire du chlorure d'hydrogène $M(HCl) = 36,5 g.mol^{-1}$; Le produit ionique de l'eau : $Ke = 10^{-14}$.

la constante d'acidité du couple : NH_4^+ / NH_3 est K_{A1}

la constante d'acidité du couple NH_3OH^+ / NH_2OH est K_{A2}

1-Préparation de la solution d'acide chlorhydrique

On prépare une solution S_A d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 0,015 mol.L^{-1}$ en diluant une solution commerciale de concentration C_0 en cet acide et dont la densité par rapport à l'eau est $d = 1,15$.

Le pourcentage massique de l'acide dans cette solution commerciale est $P = 37\%$.

0,75 **1.1.** Trouver l'expression de la quantité de matière d'acide $n(HC\ell)$ contenue dans un volume V de la solution commerciale en fonction de P , d , ρ ,V et $M(HC\ell)$. vérifier que $C_0 \simeq 11,6\, mol.L^{-1}$.

0,5 **1.2.** Calculer le volume qu'il faut prélever de la solution commerciale pour préparer 1L de la solution S_A.

2- Etude de quelques propriétés d'une base dissoute dans l'eau

0,75 **2.1.** On considère une solution aqueuse d'une base B de concentration C . On note K_A la constante d'acidité du couple BH^+/ B et τ l'avancement final de sa réaction avec l'eau.

Montrer que : $K_A = \dfrac{k_e(1-\tau)}{C.\tau^2}$

0,5 **2.2.** On mesure le pH_1 d'une solution S_1 d'ammoniac NH_3 de concentration $C = 1,0 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$ et le pH_2 d'une solution S_2 d'hydroxylamine NH_2OH ayant la même concentration C ; On trouve alors $pH_1 = 10,6$ et $pH_2 = 9,0$.

Calculer les taux d'avancement finaux τ_1 et τ_2 respectifs des réactions de NH_3 et de NH_2OH avec l'eau.

0,5 **2.3.** Calculer la valeur de chacune des constantes pK_{A1} et pK_{A2} .

3- Dosage acide-base d'une solution diluée d'ammoniac.

Pour déterminer la concentration C_B d'une solution commerciale concentrée d'ammoniac, on procède par dosage acido – basique .

On prépare par dilution une solution S de concentration $C' = \dfrac{C_B}{1000}$.

On réalise le dosage pH- métrique d'un volume $V = 20\, mL$ de la solution S à l'aide d'une solution S_A d'acide chlorhydrique $S_A\left(H_3O^+_{aq} + Cl^-_{aq}\right)$ de concentration $C_A = 0,015 mol.L^{-1}$.

On mesure le pH du mélange après chaque addition d'un volume d'acide ; Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe de dosage $pH = f(V_A)$ (fig 1).On atteint l'équivalence lorsqu'on ajoute le volume V_{AE} de la solution S_A.

0,25 **3-1** Ecrire l'équation de la réaction du dosage.

0,75 **3-2** En utilisant la valeur du pH correspondant à l'addition de 5mL d'acide chlorhydrique , calculer le taux d'avancement final de la réaction du dosage. Conclure .

0,75 **3-3** Déterminer le volume v_{AE}. En déduire C' et C_B .

0,25 **3-4** Parmi les indicateurs colorés indiqués dans le tableau ci-dessous , choisir celui qui conviendra le mieux à ce dosage .

L'indicateur coloré	Zone de virage
phénolphtaléine	8 ,2 - 10
Rouge de chlorophénol	5 ,2 - 6 ,8
Hélianthine	3 ,1 - 4 ,4

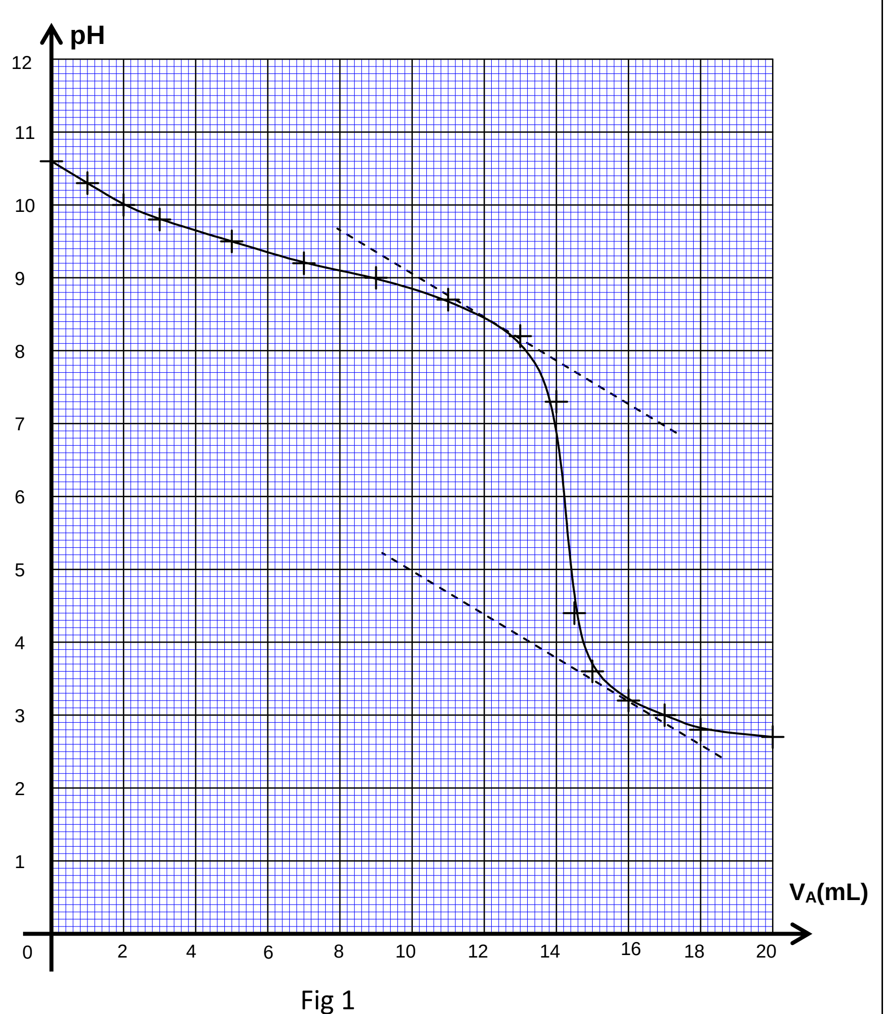


Fig 1

DEUXIEME PARTIE (2 points) : préparation d'un métal par électrolyse

Certains métaux sont préparés par électrolyse d'une solution aqueuse contenant leurs cations.
plus de 50% de la production mondiale de zinc est obtenue par électrolyse d'une solution de sulfate de zinc acidifié par l'acide sulfurique.
On observe un dépôt métallique sur l'une des électrodes et le dégagement d'un gaz sur l'autre électrode.
données : $1F = 96500C.mol^{-1}$; $M(\text{Zn}) = 65,4\,g.mol^{-1}$; le volume molaire des gaz parfaits dans les conditions de l'expérience est : $V_M = 24L.mol^{-1}$;

les couples oxydant /réducteur $Zn^{2+}/Zn(s)$; $H^+/H_2(g)$; $O_2(g)/H_2O(l)$

les ions sulfates ne participent pas aux réactions chimiques.

1. Etude de la transformation chimique

0,75 **1-1** Ecrire les équations des réactions susceptibles de se produire sur l'anode et sur la cathode.

0,25 **1-2** L'équation de la réaction d'électrolyse s'écrit sous la forme :

$$Zn^{2+}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Zn_{(S)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} + 2H^+_{(aq)}$$

Trouver la relation entre la quantité d'électricité Q circulant dans le circuit et l'avancement x de la réaction d'électrolyse à un instant t .

2. Exploitation de la transformation chimique.

L'électrolyse a lieu sous une tension de 3,5V ; avec un courant d'intensité constante I = 80 kA .
Après 48h de fonctionnement, on obtient dans la cellule un dépôt de zinc de masse m.

0,5 **2-1** Calculer la masse m.

0,5 **2-2** A l'autre électrode, on récupère un volume V de dioxygène ; sachant que le rendement de la réaction qui produit le dioxygène est r=80% .Calculer le volume V .

PHYSIQUE (13points)

<u>Exercice 1 (2,25 points)</u> : la physique nucléaire dans le domaine médical

L'injection intraveineuse d'une solution contenant le phosphore 32 radioactif permet dans certains cas le traitement de la multiplication anormale des globules rouges au niveau des cellules de la moelle osseuse.

Données :Les masses en unité atomique **u** :

$m({}^{32}_{15}P) = 31,9840\,u$; $m(\beta^-) = 5,485\times10^{-4}\,u$; $1Mev = 1,6\times10^{-13}\,J$

$m({}^{A}_{Z}Y) = 31,9822\,u$; $1u = 931,5\,Mev/c^2$

La demi- vie du nucléide phosphore ${}^{32}_{15}P$: $t_{1/2} = 14,3\,jours$. $1\,jour = 86400\,s$

1. <u>L'activité radioactive du nucléide radioactif</u> ${}^{32}_{15}P$

Le nucléide ${}^{32}_{15}P$ est radioactif β^-, sa désintégration donne naissance au nucléide ${}^{A}_{Z}Y$.

0,25 **1-1** écrire l'équation de la désintégration du nucléide de phosphore ${}^{32}_{15}P$ en précisant A et Z.

0,5 **1-2** calculer en Mev la valeur absolue de l'énergie libérée lors de la désintégration du nucléide ${}^{32}_{15}P$.

2. <u>L'injection intraveineuse au phosphore</u> ${}^{32}_{15}P$

à l'instant t=0, on prépare un échantillon du phosphore ${}^{32}_{15}P$ dont l'activité radioactive est a_0

0,25 **2-1** définir l'activité radioactive 1Bq.

2-2 à l'instant t_1 ,on injecte à un patient une quantité d'une solution de phosphore ${}^{32}_{15}P$ dont l'activité radioactive est $a_1 = 2,5\times10^9\,Bq$.

0,25 **a-** Calculer en jour, la durée Δt nécessaire pour que l'activité nucléaire a_2 du phosphore ${}^{32}_{15}P$ soit égale à 20% de a_1.

0,5 **b-** On note N_1 le nombre de nucléides du phosphore ${}^{32}_{15}P$ restant à l'instant t_1 et on note N_2 le nombre nucléides restant à l'instant t_2 dont l'activité radioactive de l'échantillon est a_2.

Trouver l'expression du nombre de nucléides désintégrés pendant la durée Δt en fonction de a_1 et $t_{1/2}$.

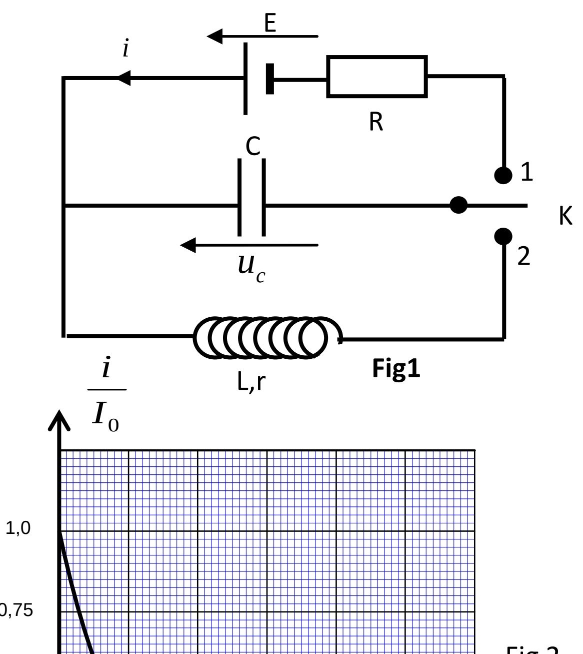
0,5 **c-** En déduire, en joule, la valeur absolue de l'énergie libérée pendant la durée Δt .

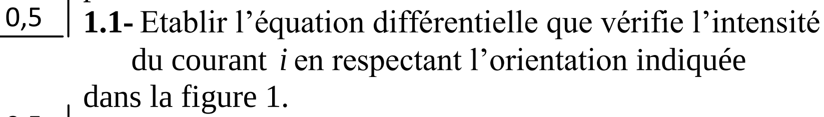
Exercice 2(5,25points)

L'objectif de cet exercice est de suivre l'évolution de l'intensité du courant électrique au cours de la charge d'un condensateur et au cours de sa décharge à travers une bobine. Pour l'étude de la charge et la décharge d'un condensateur de capacité C, on réalise le montage représenté dans la figure 1 .

1 - Etude de la charge du condensateur

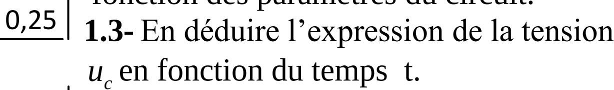
Initialement le condensateur est non chargé.
A un instant considéré comme origine du temps t=0, on bascule l'interrupteur K à la position 1, le condensateur se charge alors à travers un conducteur ohmique de résistance R=100Ω à l'aide d'un générateur électrique parfait de force électromotrice E = 6V .





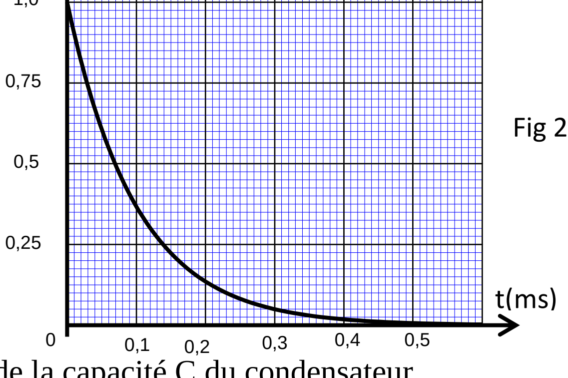
0,5 **1.1-** Etablir l'équation différentielle que vérifie l'intensité du courant i en respectant l'orientation indiquée dans la figure 1.

0,5 **1.2-** La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme suivante : $i = A\,e^{-\frac{t}{\tau}}$.
Trouver l' expression de A et celle de τ en fonction des paramètres du circuit.



0,25 **1.3-** En déduire l'expression de la tension u_c en fonction du temps t.

0,5 **1.4-** Un système informatique permet de tracer la courbe qui représente les variations $\frac{i}{I_0}$ en fonction du temps t ,(fig 2) .
I_0 est l'intensité du courant à l'instant t = 0.



Déterminer la constante de temps τ et en déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

0,5 **1.5-** Soient E_e l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur lorsqu'il est complètement chargé et $E_e(\tau)$ l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur à l'instant t = τ .

Montrer que le rapport $\frac{E_e(\tau)}{E_e}$ s'écrit sous la forme : $\frac{E_e(\tau)}{E_e} = \left(\frac{e-1}{e}\right)^2$;Calculer sa valeur ,

(**e** est la base du logarithme népérien) .

2. Etude de la décharge du condensateur dans une bobine

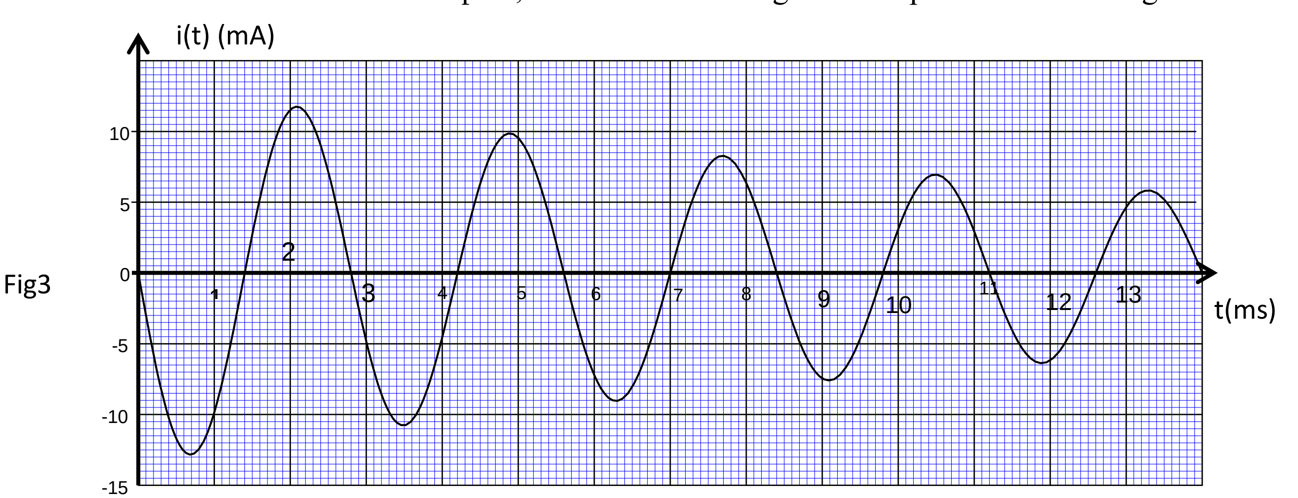
A un instant que l'on considère comme nouvelle origine des temps, on bascule l'interrupteur à la position 2 pour décharger le condensateur dans une bobine de coefficient d'inductance L= 0 ,2 H et de résistance r.

2.1- On considère la résistance de la bobine négligeable et on conserve la même orientation précédente du circuit .

0,5 **a-** Etablir l'équation différentielle que vérifie l'intensité du courant $i(t)$.

0,5 **b-** La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme suivante : $i(t) = I_m \cos(2\pi N_0 t + \varphi)$;
Ddéterminer la valeur de I_m et celle de φ .

0,75 **2.2-** A l'aide du système informatique précèdent, on visualise l'évolution de l'intensité $i(t)$ dans le circuit en fonction du temps t , on obtient l'oscillogramme représenté dans la figure 3 .



On désigne par E_0, l'énergie de l'oscillateur a l'instant t =0 et par T la pseudo période des oscillations .

Calculer l'énergie E' de l'oscillateur à l'instant $t' = \frac{7}{4}T$, en déduire la variation $\Delta E = E' - E_0$.

Donner une explication à cette variation.

2.3- On admet que l'énergie totale de l'oscillateur diminue au cours de chaque pseudo - période de p=27 ,5%

0,75 **a**-Montrer que l'expression de l'énergie totale de l'oscillateur peut s'écrire à l'instant t = nT sous la forme $E_n = E_0(1-p)^n$, avec n entier naturel.

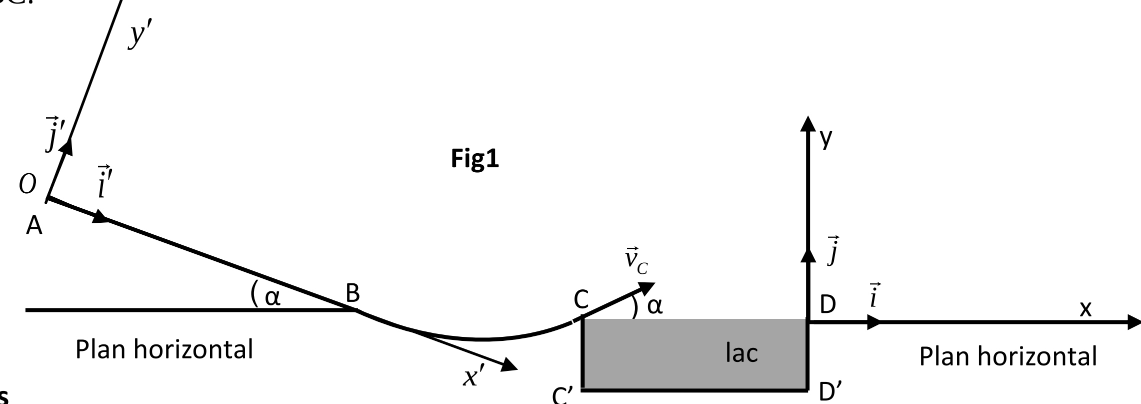
0,5 **b**-Calculer n lorsque l'énergie totale de l'oscillateur diminue de 96% de sa valeur initiale E_0 .

EXERCICE 3 (5,5 points) : les deux parties sont indépendantes

PREMIERE PARTIE (3points) : étude du mouvement d'un skieur

Un skieur veut s'exercer sur une piste modélisée par la figure 1.

Avant de faire un premier essai, le skieur étudie les forces qui s'exercent sur lui lors du glissage sur la piste ABC.



Données

- Intensité de pesanteur g = 9,8 m /s².
- AB est un plan incliné d'un angle $\alpha = 20^0$ par rapport au plan horizontal passant par le point B.

- La largeur du lac C'D'= L = 15m.

On modélise le skieur et ses accessoires par un solide (S) de masse m=80kg et de centre d'inertie G.

On considère sur la partie AB que les frottements ne sont pas négligeables et on les modélise par une force constante .

1. Etude des forces appliquées sur le skieur entre A et B

Le skieur part du point A d'abscisse $x'_A = 0$ dans le repère $(O, \vec{i}\,', \vec{j}\,')$ sans vitesse initiale à un instant que l'on considère comme origine des temps t=0s (Fig1). Le skieur glisse sur le plan incliné AB suivant la ligne de la plus grande pente avec une accélération constante **a** et passe par le point B avec une vitesse $V_B = 20\,m/s$.

0,5 **1-1** En appliquant la deuxième loi de Newton, trouver en fonction de α , **a** et g l 'expression du coefficient de frottement $\tan\varphi$.Avec φ l'angle de frottement, défini par la normale à la trajectoire et la direction de la force appliquée par le plan incliné sur le skieur.

0,5 **1-2** A l'instant $t_B = 10s$ le skieur passe par le point B ; Calculer la valeur de l'accélération **a** .En déduire la valeur du coefficient de frottement $\tan\varphi$.

0,75 **1-3** Montrer que l'intensité de la force $\vec{R}$ exercée par le plan AB sur le skieur s'écrit sous la forme : $R = mg.\cos\alpha.\sqrt{1+(\tan\varphi)^2}$; Calculer R.

2. L'étape du saut

A l'instant t=0 que l'on considère comme une nouvelle origine des temps, le skieur quitte la partie BC au point C avec une vitesse v_C dont le vecteur $\vec{v}_C$ forme l'angle $\alpha = 20°$ avec le plan horizontal.

Lors du saut , les équations horaires du mouvement de (S) dans le repère $(D, \vec{i}, \vec{j})$ sont :

$$\begin{cases} x(t) = v_C.\cos\alpha.t - 15 \\ y(t) = -\dfrac{g}{2}.t^2 + v_C \sin\alpha.t \end{cases}$$

0,5 **2-1** Déterminer dans le cas où $v_C = 16,27 m.s^{-1}$ les coordonnées du sommet de la trajectoire de (S).

0,75 **2-2** Déterminer en fonction de g et α la condition que doit vérifier la vitesse v_C pour que le skieur ne tombe pas dans le lac.
En déduire la valeur minimale de cette vitesse .

DEUXIEME PARTIE (2,5points) : Etude énergétique d'un pendule pesant

L'objectif de cette partie est la détermination de la position du centre d'inertie G d'un système oscillant et son moment d'inertie J_Δ à l'aide d'une étude énergétique et dynamique .

Un pendule pesant de centre d'inertie G, est constitué d'une barre AB de masse $m_1 = 100g$ et d'un corps (C) de masse $m_2 = 300g$ fixé a l'extrémité B de la barre.

Le pendule pesant peut tourner autour d'un axe fixe horizontal (Δ) passant par l'extrémité A ($fig2$).Le moment d'inertie du pendule par rapport à l'axe (Δ) est J_Δ.

AG = d est la distance entre le centre d'inertie et l'axe de rotation.

On écarte le pendule de sa position d'équilibre stable d'un angle θ_m petit et on le libère sans vitesse initiale à un instant considéré comme origine des temps $(t = 0s)$, le pendule effectue alors un mouvement oscillatoire autour de sa position d'équilibre.

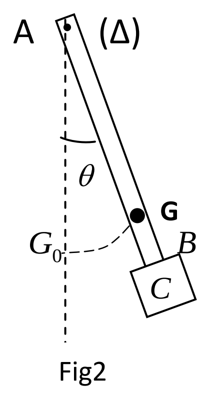


Fig2

On considère que tous les frottements sont négligeables et on choisit le plan Horizontal passant par le point G_0, position de G à l'équilibre stable, comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur $(E_{pp} = 0)$. On repère à chaque instant la position du pendule pesant par son abscisse angulaire θ formé par la barre et la ligne verticale passant par le point A , on note $\dfrac{d\theta}{dt}$ la vitesse angulaire du pendule pesant à un instant t.

La figure 3 représente la courbe de l'évolution de l'énergie cinétique E_c du pendule pesant en fonction du carré de l'abscisse angulaire θ^2.

on prend $\cos(\theta) = 1 - \frac{\theta^2}{2}$ et $\sin(\theta) \approx \theta$ avec θ en radian.

L'intensité de la pesanteur est g = 9,8m.s^{-2}.

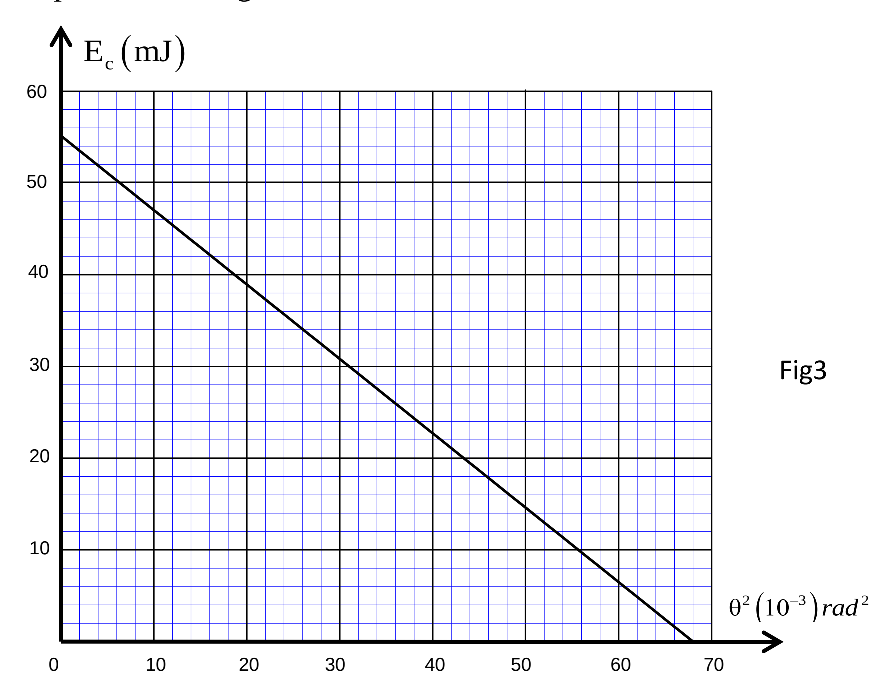


Fig3

1. Détermination de la position du centre d'inertie G du système

0,75 **1-1** Soit E_m l'énergie mécanique du pendule pesant dans le cas de petites oscillations ;

Montrer que $\frac{E_m}{\theta_m^2} = \frac{(m_1 + m_2).g.d}{2}$.

0,5 **1-2** A l'aide du graphe de la figure 3, déduire la valeur de d .

2. Détermination du moment d'inertie J_Δ

0,5 **2-1** Trouver en appliquant la relation fondamentale de la dynamique, l'équation différentielle du mouvement du pendule pesant.

0,5 **2-2** Trouver l'expression de la fréquence propre N_0 de ce pendule en fonction de J_Δ, m_1, g , m_2 et d pour que la solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme $\theta(t) = \theta_m \cos(2\pi N_0 t + \varphi)$.

0,25 **2-3** Sachant que la valeur de la fréquence propre est $N_0 = 1Hz$. Calculer J_Δ .